

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 44 38 511 A 1**

(51) Int. Cl. 6:  
**G 02 B 23/24**  
A 61 B 1/002

D1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

29.10.93 JP 5-272158

(71) Anmelder:

Olympus Optical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Richter, J., Dipl.-Ing., 10719 Berlin; Gerbaulet, H.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 20354 Hamburg

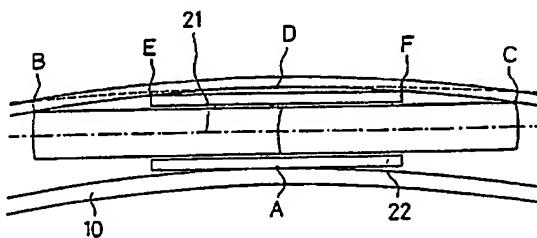
(72) Erfinder:

Hasegawa, Naoki, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Endoskop

(55) Ein Endoskop hat eine Objektivlinse und ein optisches Bildübertragungssystem zur Übertragung eines durch die Objektivlinse geformten Bildes. Das optische Bildübertragungssystem beinhaltet mindestens eine Stablinse (21) und ein Verstärkungsglied (22), das sich an der Peripherie der Stablinse (21) befindet. Das Endoskop ist also so konstruiert, daß Übertragungslinsen nicht beschädigt werden und immer ein klares Bild sichtbar ist, selbst wenn das Einführstück des Endoskops während der Benutzung oder der Lagerung gebogen wird.



DE 44 38 511 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04.95 508 024/426

14/28

## Beschreibung

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Endoskop, das auf den Gebieten der Medizin oder Industrie benutzt wird.

Fig. 1A und 1B zeigen die optischen Systeme konventioneller nichtflexibler Endoskope. In Fig. 1A wird das Bild eines Objektes O, das auf einer Ebene O<sub>1</sub> durch eine Objektivlinse Obj geformt wird, übertragen, während es wiederholt auf Ebenen O<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> durch Übertragungslinsen 2a und 2b geformt wird, die ein optisches Bildübertragungssystem bilden, so daß das auf der Ebene O<sub>3</sub> geformte Bild für die Beobachtung durch ein Okular 3 vergrößert wird. Die Bezugszahlen 1a und 1b stellen Feldlinsen dar. In diesem Fall ist bekannt, daß wenn, wie in Fig. 1B gezeigt, stabförmige Übertragungslinsen 2a' und 2b' an Stelle der Übertragungslinsen 2a und 2b benutzt werden, die Helligkeit des optischen Systems dem Quadrat des Brechungsexponenten jeder der stabförmigen Linsen 2a' und 2b' gleich ist, verglichen mit der des in Fig. 1A gezeigten optischen Systems, in dem die Abstände zwischen den einzelnen Linsen mit Luft gefüllt sind.

Die Rahmenstruktur eines nicht flexiblen Endoskops mit dem in Fig. 1B gezeigten optischen System ist aus der Offenbarung des US-Patents Nr. 5,020,893 bekannt. Fig. 2A zeigt das nichtflexible Endoskop, das in seiner Beschreibung dargelegt wird. In dieser Fig. 2A kennzeichnet die Bezugszahl 1 ein Endoskopgriffstück, 2 ein Okularstück und 3 ein Endoskop einführtstück oder Schaft. Fig. 2B beschreibt die innere Form des Einführstückes 3, in dem eine Lichtleitfaser 7 zur Beleuchtung eines Objektes neben einem optischen Systemtubus 10 angeordnet ist, in dem sich das optische Bildübertragungssystem befindet. Der optische Systemtubus 10 beinhaltet eine Objektivlinse 8, aus stabförmigen Linsen 12 bestehende Übertragungslinsen 9 zur Übertragung eines Bildes und Abstandsringe 11, um die Abstände zwischen den Linsen konstant zu halten.

Das wie oben erwähnt konstruierte nicht flexible Endoskop wird so benutzt, daß das Einführstück 3 durch ein kleines Loch in einen menschlichen Körper oder eine Vorrichtung eingeführt wird. In diesem Fall, wenn das Einführstück 3 Biegung ausgesetzt ist, ist es schwierig, das Einführstück 3 nach dem Einführen herauszuziehen. Daher sind, mit Ausnahme der Lichtleitfaser 7 und einzelner Linsen, die Glieder, die das Einführstück 3 bilden, für gewöhnlich aus Metallen mit relativ hoher Härte konstruiert.

Fig. 3A und 3b zeigen Zustände, in denen das Einführstück des nicht flexiblen Endoskops in einen menschlichen Körper eingeführt wird. Es sind praktisch wenige Fälle bekannt, in denen das Einführstück auf geradem Wege in den menschlichen Körper eingeführt wird, wie in Fig. 3A gezeigt. Stattdessen kommen häufig Fälle vor, in denen, wie in Fig. 3B gezeigt, das Einführstück am okularen Ende A des nicht flexiblen Endoskops zur Einführung in den menschlichen Körper gebogen wird. Wenn das nichtflexible Endoskop speziell für Diagnosen der Harnorgane benutzt wird, z. B. für die in der Figur beschriebenen, muß die Suche nach dem Eingang des Ureters in die Harnblase so erfolgen, daß auf das okularende A Kräfte aus allen Richtungen wirken, während die Richtung des Einführstückes eingestellt wird. Diese Behandlung setzt das Einführstück Biegung aus. Eine solche Biegung des Einführstückes des nichtflexiblen Endoskops in Benutzung kann auch bei den Anwendungen auf andere Gebiete der

Inneren Medizin, der Geburtshilfe und Gynäkologie, der Chirurgie sowie auf das Gebiet der Industrie verursacht werden. Verglichen mit dem Gebiet der Medizin, wird das nicht flexible Endoskop auf dem Gebiet der Industrie in besonderer Weise eher hart beansprucht. Darüber hinaus muß das Einführstück des nichtflexiblen Endoskops eine höhere Biegefestigkeit aufweisen, da es oft unter den Bedingungen relativ harter Beanspruchung benutzt wird, wie z. B. dann, wenn das Einführstück durch ein kleines metallisches Loch eingeführt wird, um das Innere einer Maschine oder eines Wasserrohrs zu beobachten.

Während der Lagerung des nichtflexiblen Endoskops, z. B. auf einer Unterlage (siehe Fig. 4A), kann es leicht passieren, daß achtlos ein schweres Gewicht, z. B. ein Werkzeug, auf das nichtflexible Endoskop gelegt wird (siehe Fig. 4B). Daraus resultiert das Einwirken einer einseitigen Belastung auf das Einführstück, welches gebogen wird (Bezugssymbol B in der Figur).

Wenn das Einführstück des nichtflexiblen Endoskops gebogen wird, wie in Fig. 5 gezeigt, wirken große einseitige Belastungen auf die Kontaktteile des Tubus 10 mit den Übertragungslinsen 9, vor allem auf die Oberflächen der Übertragungslinsen 9, bezeichnet durch die Symbole C1 und C2, und die metallischen Abstandsringe 11. In diesem Fall können abhängig vom Ausmaß der einseitigen Belastungen die Übertragungslinsen 9 so weit beschädigt werden, daß Risse oder Brüche auftreten. Das verursacht die Verschlechterung des Beobachtungsbildes. Fig. 6A und 6B zeigen, wie das Beobachtungsbild durch die Beschädigung der Linse verschlechtert wird. Fig. 6A zeigt, wie bei Rissen in der Mitte der Linse der Abfall des Lichtstrahles einen Schatten in einem großen Teil des Beobachtungsfeldes ergibt und zur Verschlechterung des Beobachtungsbildes führt. Wenn sich die Risse weiter ausdehnen und die Linse schließlich vollständig zerbricht, wird, wie in Fig. 6B gezeigt, überhaupt kein Lichtstrahl übertragen, und das Beobachtungsfeld wird völlig dunkel.

Wie oben erwähnt, besteht beim konventionellen nichtflexiblen Endoskop das Problem, daß jede Übertragungslinse des Einführstückes 3 während der Benutzung oder der Lagerung abgebrochen werden kann.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein nichtflexibles Endoskop zu schaffen, bei dem eine Beschädigung der Übertragungslinsen verhindert wird und immer ein klares Bild sichtbar ist, selbst wenn das Einführstück des nichtflexiblen Endoskops während seiner Benutzung oder Lagerung gebogen wird.

Um diese Aufgabe zu erfüllen, hat das nicht flexible Endoskop erfundungsgemäß vom Objekt aus gesehen eine Objektivlinse und ein optisches Bildübertragungssystem zur Übertragung eines Bildes, das von der Objektivlinse geformt wird. Das nichtflexible Endoskop ist dadurch gekennzeichnet, daß das optische Bildübertragungssystem wenigstens eine Stablinse beinhaltet und sich ein Verstärkungsglied an der Peripherie oder der Umfangsfläche der Stablinse befindet. Vorteilhafterweise ist das Verstärkungsglied kürzer als die Stablinse ist und erfüllt ein Material für das Verstärkungsglied die Bedingung:

$$y < Y \quad (1)$$

wobei y der Young'sche Modul der Stablinse und Y der Young'sche Modul des Verstärkungsgliedes ist.

Weiterhin ist das nichtflexible Endoskop dadurch gekennzeichnet, daß das Längenverhältnis zwischen dem

Verstärkungsglied und der Stablinse die Bedingung:

$$0.3 \leq I/L \leq 0.9 \quad (2)$$

erfüllt, wobei I die Länge des Verstärkungsgliedes und L die Länge der Stablinse ist.

Weiterhin ist das nichtflexible Endoskop dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsglied Mittel zur Unterscheidung von Vorder- und Rückseite und ein Fenster zum Aushärten eines Klebemittels hat, daß die Stablinse aus einer gekitteten Linse besteht und das Verstärkungsglied so angebracht ist, daß die Verbindungsoberfläche der gekitteten Linse bedeckt ist.

Im folgenden wird nun die Funktion des nichtflexiblen Endoskops erklärt. Unter Benutzung von Fig. 5 wird zunächst auf den Prozeß Bezug genommen, in dem eine schwere Biegelast auf das Einführstück des nichtflexiblen Endoskops wirkt, was zum Bruch der Stablinsen führt. Wie Fig. 5 zeigt, erzeugt eine äußere Biegelast eine gewaltsame Verschiebung. Als Resultat einer solchen Biegung variieren die oberen und unteren Teile des optischen Systemtubuses 10 des nicht flexiblen Endoskops in ihrer Länge, so daß eine Seite des Tubuses 10 derart gespannt wird, daß sie sich von den Linsen löst, während die andere Seite derart gepreßt wird, daß sie auf die Linsen auftrifft. Folgerichtig wirken Kräfte, die jede Linse deformieren, an den drei Punkten A, B und C, wie in der Fig. gezeigt. Jedoch konzentriert sich bei weiterer Deformierung der Stablinse wegen der Biegelast von den Punkten B und C die auf den Werkstoff ausgeübte Beanspruchung auf und um das Zentrum der Stablinse, und die Linse zerbricht nach kurzer Zeit.

Daher wird, wie in Fig. 7 illustriert, in das nichtflexible Endoskop der vorliegenden Erfindung ein Verstärkungsglied 22, das kürzer ist als eine Stablinse 21, zwischen die Peripherie der Stablinse 21 und den optischen Systemtubus 10 eingefügt, so daß die auf den Werkstoff ausgeübte Beanspruchung in der ersten Phase der Deformierung des optischen Systemtubuses 10 nicht auf die Stablinse 21 einwirkt. Selbst bei fortschreitender Deformierung widersteht die Stablinse 21 der Biegung, indem das Verstärkungsglied 22 der Spannung ausgesetzt ist und gleichzeitig der zentrale Teil der Stablinse 21 und seine Umgebung, wo sich die Spannung konzentriert, durch das Verstärkungsglied 22 geschützt werden.

In der ersten Phase der Deformierung, vor allem während der freien Deformierung bis zum Aufeinandertreffen des Innendurchmessers des optischen Systemtubuses 10 mit den Eckpunkten B und C der Stablinse 21, wirkt nur leichte Spannung auf die Stablinse 21. Somit sollte eine Krümmung R des optischen Systemtubuses 10 während der freien Deformierung so klein wie möglich gemacht werden. Die Krümmung R wird durch die drei Punkte B, C und D bestimmt. Beim konventionellen nichtflexiblen Endoskop ohne Verstärkungsglied hängt das Maß der Verschiebung des Punktes D in Bezug auf die Punkte B und C von dem Abstand ab, in dem die Stablinse 21 in den optischen Systemtubus 10 eingepaßt wird. Die absichtliche Vergrößerung des Abstandes ist jedoch schwierig zu bewerkstelligen, weil die Dezentrierung der Linse zur Folge hat. Obwohl auch in Betracht gezogen wird, den Abstand zwischen den Punkten B und O zu verringern, wird dieses Maß, also die Länge der Stablinse, durch die Spezifikation des Produktes bestimmt und ist somit nur schwer absichtlich zu verändern. Erfindungsgemäß ist es jedoch möglich, die Krümmung R in der freien Deformierung zu vermin-

dern, da das Verstärkungsglied 22 um die Stablinse 21 herummontierbar ist, um das Maß der Verschiebung des Punktes D in Bezug auf die Punkte B und O auszugleichen.

Damit die Biegespannung nicht direkt auf die Stablinse 21 wirkt, erhält das Verstärkungsglied 22 nach der freien Deformierung die Funktion der Verstärkung, so daß die Stablinse 21 schwer zu biegen ist. Deshalb wird das Verstärkungsglied 22 im Gegensatz zu einer Linse aus einem Material mit hoher Festigkeit wie Metall oder Keramik hergestellt. Die Länge des Verstärkungsgliedes 22 wird optimiert, so daß bei der Wirkung von Spannung auf die Stablinse 21 das Verstärkungsglied 22 an den Punkten E und F mit dem Tubus 10 in Kontakt kommt und die Spannung aufnimmt, um die Belastung von der Stablinse 21 fernzuhalten. Da der Kontaktabstand des Verstärkungsgliedes 22 (zwischen den Punkten E und F) kürzer ist als der der Stablinse 21 (zwischen den Punkten B und C), hat das Verstärkungsglied 22 den Vorteil, daß es auch hinsichtlich des Biegemoments schwer zu biegen ist. Die Spannung konzentriert sich auf und um das Zentrum der Stablinse 21. Wenn das Verstärkungsglied 22 so konstruiert ist, daß es das Zentrum der Stablinse 21 und seine Umgebung bedeckt, wird ein hoher Verstärkungseffekt erreicht.

Es ist besonders wünschenswert, daß das Material des Verstärkungsgliedes 22 die Bedingungen der Gleichung (1) erfüllt. Weiterhin sollte das Längenverhältnis zwischen der Stablinse 21 und dem Verstärkungsglied 22 die Bedingungen der Gleichung (2) erfüllen. Falls der Wert von  $(I/L)$  den unteren Grenzwert der Gleichung (2) überschreitet, ist das Verstärkungsglied 22 zu kurz, um den durch die Biegung der Stablinse 21 hervorgerufenen Effekt der Dezentrierung zu vernachlässigen. Bevor das Verstärkungsglied 22 mit dem optischen Systemtubus 10 in Berührung kommt, wirkt eine starke Spannung auf die Stablinse 21, und die Linse bricht ab. Falls andererseits der Wert von  $(I/L)$  den oberen Grenzwert der Gleichung (2) überschreitet, ist das Verstärkungsglied 22 zu lang, um die Krümmung R während der freien Deformierung zu vermindern.

Das Einführstück des nicht flexiblen Endoskops wird dann gebogen, wenn es relativ dünn ist. Ein Außen-durchmesser  $\varnothing$  der Stablinse von ungefähr 5 mm oder weniger wird in solch einem nichtflexiblen Endoskop angewendet und bringt das Problem des Bruchs der Stablinse und des Ablösens von der Verbindungsoberfläche mit sich. Experimente zeigen, daß z. B. eine Stablinse mit einem Außendurchmesser  $\varnothing = 3$  mm und einer Länge  $L = 30$  mm in der Mitte bricht, wenn die Biegespannung so stark ist, daß die Stablinse selbst die Krümmung  $R = 1000$  mm oder weniger hat. Wegen dieser Tatsache ist es wünschenswert, daß die Länge des Verstärkungsgliedes so bestimmt wird, daß die freie Deformierung mit der Krümmung R von bis zu 1000 mm durchführbar ist.

Hinsichtlich einer Dicke t des Verstärkungsgliedes ist eine große Dicke zur Verminderung der Krümmung R und Erhöhung des Verstärkungseffekts zu bevorzugen. Eine extrem große Dicke schmälert jedoch den effektiven Durchmesser der Übertragungslinse und verdunkelt das Beobachtungsfeld. Weiterhin ist es erforderlich, daß die durch die Einfügung des Verstärkungsgliedes verursachte Reduzierung der Lichtmenge bei 30% oder weniger gehalten wird. Es ist wünschenswert, daß das Verhältnis zwischen der Dicke t des Verstärkungsgliedes und dem Außendurchmesser  $\varnothing$  der Stablinse die Bedingung:

$t \leq 0,1 \varnothing$  (3)

erfüllt.

Zur Montage des nicht flexiblen Endoskops werden oft Hilfsmittel zur Unterscheidung von Vorder- und Rückseite der Stablinse benötigt. Wenn in diesem Fall Vorder- und Rückseite der Stablinse unterschieden werden, indem das Verstärkungsglied mit den Hilfsmitteln zur Unterscheidung versehen oder das Verstärkungsglied etwas vom Zentrum der Stablinse entfernt wird, ist das vorteilhaft, weil sich die Montage erheblich besser ausführen lässt.

Bei der Montage des Verstärkungsgliedes und der Stablinse wird die Dezentrierung der Stablinse vermindert und die Biegefestigkeit erhöht, wenn ein gleichförmiges Medium in den gesamten Raum zwischen der äußeren Oberfläche der Stablinse und der inneren Oberfläche des Verstärkungsgliedes eingefügt wird. Das ist günstig für die praktische Benutzung. Die Wahl des einzufügenden Mediums muß sich nicht auf ein Klebe-mittel beschränken. Es kann z. B. Silikon sein.

Weiterhin ist es erfundungsgemäß möglich, die Biegefestigkeit unabhängig von der Konstruktion der Stablinse (des möglichen Effekts der gekitteten Linse und der Position der Verbindungsoberfläche) zu verbessern. Besonders dort, wo die Verbindungsüberfläche im mittleren Teil der Stablinse liegt, in dem sich die Biegespannung konzentriert, ist ein extrem hoher Effekt zu erwarten.

Diese und andere Aufgaben sowie die charakteristischen Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfin-dung werden durch die folgende ausführliche Beschrei-bung der bevorzugten Ausführungsformen in Verbin-dung mit den beigefügten Zeichnungen verdeutlicht. Es zeigen:

Fig. 1A und 1B Ansichten optischer Systeme konventioneller nichtflexibler Endoskope,

Fig. 2A eine Ansicht wesentlicher Teile des konventionellen nicht flexiblen Endoskops,

Fig. 2B eine Schnittansicht eines in Fig. 2A durch das Symbol I bezeichneten Teils,

Fig. 3A und 3B erläuternde Ansichten der Zustände, in denen das nicht flexible Endoskop in einen menschlichen Körper eingeführt wird,

Fig. 4A und 4B erläuternde Ansichten der Zustände, in denen das nichtflexible Endoskop gelagert wird,

Fig. 5 eine erläuternde Ansicht des Zustandes, in dem Übertragungslinsen eines Einführstückes des konventionellen nichtflexiblen Endoskops durch Biegung zerbrochen werden,

Fig. 6A und 6B erläuternde Ansichten der Zustände, in denen ein Beobachtungsbild durch Risse bzw. Bruch der Linse verschlechtert wird,

Fig. 7 eine Ansicht der grundlegenden Konstruktion wesentlicher Teile eines erfundungsgemäßen nichtflexiblen Endoskops,

Fig. 8 eine Ansicht einer Konstruktion der ersten bis dritten Ausführungsform des erfundungsgemäßen nichtflexiblen Endoskops,

Fig. 9 eine Ansicht der Konstruktion einer vierten Ausführungsform,

Fig. 10 eine Ansicht der Konstruktion einer fünften Ausführungsform,

Fig. 11A eine Ansicht der Konstruktion einer sechsten Ausführungsform,

Fig. 11B eine Ansicht eines in Fig. 11A entlang der Linie D-D vorgenommenen Schnittes, und

Fig. 12A, 12B, 12C und 12D Beispiele für die Anwen-

dung des erfundungsgemäßen nicht flexiblen Endoskops auf verschiedene Typen optischer Übertragungssysteme.

## 5 Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfin-dung werden im folgenden unter Hinweis auf die Zeichnun-gen erklärt.

### Erste Ausführungsform

Fig. 8 zeigt die Konstruktion dieser Ausführungs-form. Nachstehend die Zahlenangaben zur ersten Aus-führungsform:

Krümmung R = 2000 [mm]

Länge der Stablinse, L = 30 [mm]

Dicke des Verstärkungsgliedes, t = 0,08 [mm]

20 Länge des Verstärkungsgliedes, l = 22 [mm]

Außendurchmesser der Stablinse, Ø = 3 [mm]

(l/L) = 73 [%]

Young'scher Modul der Stablinse, y = 8,02 × 10<sup>10</sup> [N/m<sup>2</sup>]

25 Young'scher Modul des Verstärkungsgliedes, Y = 1,3 × 10<sup>11</sup> [N/m<sup>2</sup>]

### Zweite Ausführungsform

30 Da die Konstruktion dieser Ausführungsform mit der der ersten Ausführungsform übereinstimmt, wird die entsprechende Fig. ausgelassen. Nachstehend die Zahlenangaben zur zweiten Ausführungsform:

Krümmung R = 1000 [mm]

Länge der Stablinse, L = 30 [mm]

Dicke des Verstärkungsgliedes, t = 0,08 [mm]

35 Länge des Verstärkungsgliedes, l = 15 [mm]

Außendurchmesser der Stablinse, Ø = 3 [mm]

(l/L) = 50 [%]

Young'scher Modul der Stablinse, y = 8,02 × 10<sup>10</sup> [N/m<sup>2</sup>]

40 Young'scher Modul des Verstärkungsgliedes, Y = 1,3 × 10<sup>11</sup> [N/m<sup>2</sup>]

### Dritte Ausführungsform

Da die Konstruktion dieser Ausführungsform mit der der ersten Ausführungsform übereinstimmt, wird die entsprechende Fig. ausgelassen. Nachstehend die Zahlenangaben zur dritten Ausführungsform:

Krümmung R = 800 [mm]

Länge der Stablinse, L = 30 [mm]

Dicke des Verstärkungsgliedes, t = 0,08 [mm]

45 Länge des Verstärkungsgliedes, l = 7,5 [mm]

Außendurchmesser der Stablinse, Ø = 3 [mm]

(l/L) = 46 [%]

Young'scher Modul der Stablinse, y = 8,02 × 10<sup>10</sup> [N/m<sup>2</sup>]

50 Young'scher Modul des Verstärkungsgliedes, Y = 1,3 × 10<sup>11</sup> [N/m<sup>2</sup>]

### Vierte Ausführungsform

Fig. 9 zeigt die Konstruktion dieser Ausführungs-form. Die Stablinse 21 ist als eine gekittete Linse kon-struiert, und ein Ende 22a des Verstärkungsgliedes 22 ist diagonal abgeschnitten, um Vorder- und Rückseite der Stablinse zu unterscheiden.

## Fünfte Ausführungsform

Fig. 10 zeigt die Konstruktion dieser Ausführungsform. Wenn die Stablinse 21 und das Verstärkungsglied 22 wie in der Fig. gezeigt mit einem Klebemittel gekittet werden, ist es zu empfehlen, daß das Verstärkungsglied 22 derart mit einem Fenster 22b versehen ist, daß seine Festigkeit nicht vermindert wird. Ein besonders hoher Bindeeffekt wird durch die Verwendung eines Klebemittels mit UV-Aushärtung gewährleistet. Bei richtiger Wahl der Form und der Position des Fensters 22b ist dieses auch als Hilfsmittel zur Unterscheidung der Richtung der Stablinse 21 verwendbar.

## Sechste Ausführungsform

15

Fig. 11A und 11B zeigen die Konstruktion dieser Ausführungsform. Ebene Oberflächen sind in Längsrichtung der Peripherie der Stablinse 21 angeordnet. Wenn die Stablinse 21 derart geformt ist, sind die ebenen Oberflächen der Stablinse 21 in Bezug auf das Verstärkungsglied 22 senkbar. Somit ist es möglich, die Krümmung der freien Deformierung zu vermindern. Um die freie Deformierung in allen Richtungen zu ermöglichen, ist es nur notwendig, die Stablinse 21 mit einer Vielzahl ebener Oberflächen zu versehen. Da dies jedoch den effektiven Durchmesser der Stablinse 21 verkleinert, ist angebracht, daß drei ebene Oberflächen gebildet werden, wie in dieser Ausführungsform.

Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung, wie in Fig. 12A bis 12D gezeigt, auf verschiedene Typen optischer Übertragungssysteme anwendbar. Jedes der in den Figs. gezeigten optischen Systeme ist auf einmalige Bildübertragung eingestellt. Das in Fig. 12A gezeigte optische System weist eine gekittete Sammellinse 32 auf, die zwischen zwei plankonvexe Stablinsen 31 und 31' eingefügt ist, die Verstärkungsglieder 33 bzw. 33' an ihren Peripherien haben. Die Abstände zwischen den Stablinsen und der gekitteten Linse wird durch Abstandsringe 34 und 34' in vorher festgelegten Maßen 35 gehalten. Der Außendurchmesser der gekitteten Linse ist etwas größer als die Außendurchmesser der Stablinsen. Diese Bauteile werden in den optischen Systemtubus eingepaßt. Das optische System in Fig. 12B weist zwei bikonvexe gekittete Stablinsen 35 und 35' auf, die an ihren Peripherien mit Verstärkungstibusen 36 bzw. 36' versehen sind. Bezugszahl 37 bezeichnet einen Abstandsring. Das optische System in Fig. 12C schließt zwei Stablinsen ein, wobei beide plankonvexe Linsen 39 haben, die mit einem Ende eines Glasstabes 38 verkittet 45 sind, und deren Endflächen eben sind. Eine plankonvexe Linse 40 ist mit dem anderen Ende des Glasstabes 38 verkittet. Die Glasstäbe der Stablinsen sind mit Verstärkungstibusen 41 und 41' versehen.

Bezugszahl 42 bezeichnet einen Abstandsring. Das optische System in Fig. 12D schließlich ist identisch mit dem in Fig. 12B gezeigten, jedoch sind Teile der Peripherie jeder Stablinse zur Bildung ebener Oberflächen abgeschnitten. Wie in Verbindung mit Fig. 11A und 11B erklärt, werden die ebenen Teile geformt und stellen 55 einen großen Abstand (die obere Seite in der Figur) zwischen der Stablinse und dem optischen Systemtubus her.

Das Endoskop ist also so konstruiert, daß Übertragungslinsen nicht beschädigt werden und immer ein klares Bild sichtbar ist, selbst wenn das Einführstück des Endoskops während der Benutzung oder der Lagerung gebogen wird.

## Patentansprüche

1. Endoskop mit einem sich in Längsrichtung erstreckenden Einführstück (3) und mindestens einer Stablinse (21) in dem Einführstück (3), dadurch gekennzeichnet, daß die Stablinse (21) Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit (22) an ihrer Peripherie oder Umfangsfläche aufweist.

2. Endoskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich eine Objektivlinse am distalen Ende des Einführstückes befindet und das durch die Objektivlinse geformte Bild eines Objektes durch ein optisches Übertragungssystem mit der Stablinse übertragen wird, wobei das Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit ein Verstärkungsglied (22) an der Peripherie oder Umfangsfläche der Stablinse (21) ist.

3. Endoskop nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit kürzer als die Stablinse (21) ist.

4. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Material für das Verstärkungsglied (22) eine Bedingung:

$$y < Y$$

erfüllt, wobei  $y$  der Young'sche Modul der Stablinse (21) und  $Y$  der Young'sche Modul des Verstärkungsgliedes (21) ist.

5. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Längenverhältnis zwischen dem Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit und der Stablinse (21) eine Bedingung:

$$0,3 \leq l/L \leq 0,9$$

erfüllt, wobei  $l$  die Länge des Mittels zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit und  $L$  die Länge der Stablinse (21) ist.

6. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsglied (22) Mittel zur Unterscheidung von Vorder- und Rückseite der Stablinse (21) hat.

7. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsglied ein Fenster zum Aushärten eines Klebemittels hat.

8. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stablinse (21) eine gekittete Linse aufweist und das Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit so angebracht ist, daß eine Verbindungsfläche der gekitteten Linse bedeckt ist.

9. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungsglied (22) aus Metall oder Keramik besteht.

10. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit eine Bedingung:

$$t \leq 0,1 \varnothing$$

erfüllt, wobei  $t$  die Dicke des Mittels zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit und  $\varnothing$  der Außendurchmesser der Stablinse (21) ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

FIG. 1A

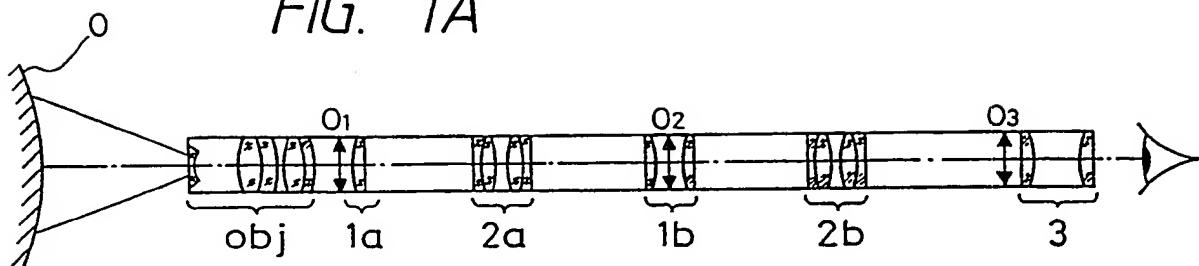


FIG. 1B

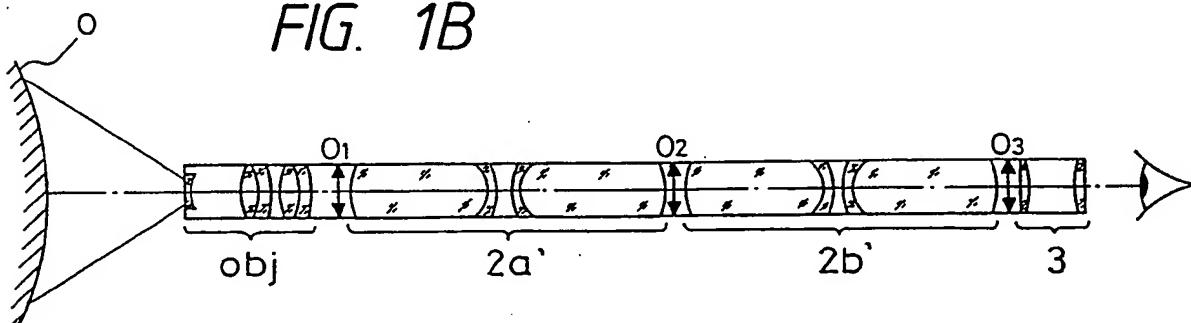


FIG. 2A

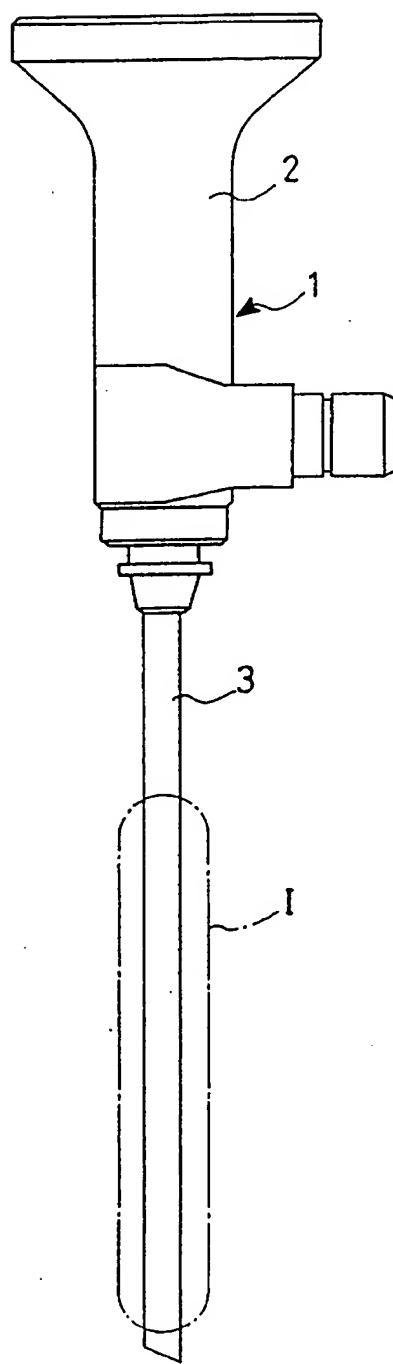


FIG. 2B

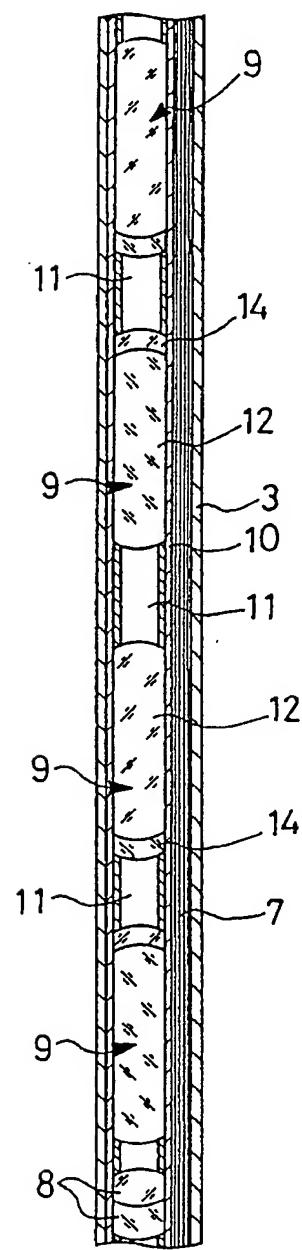


FIG. 3A

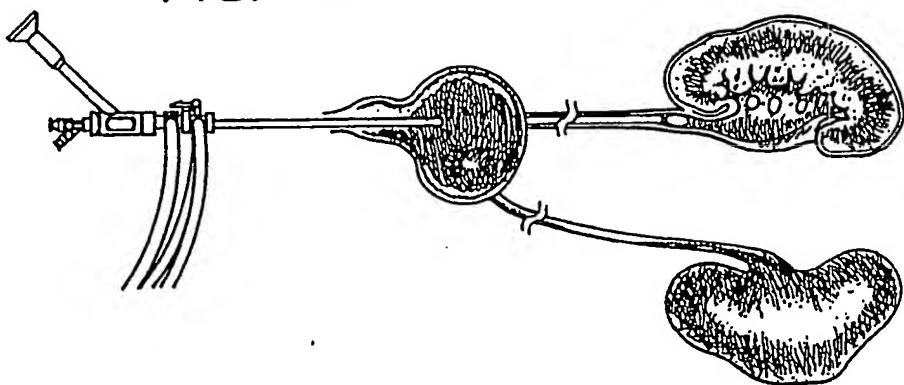


FIG. 3B

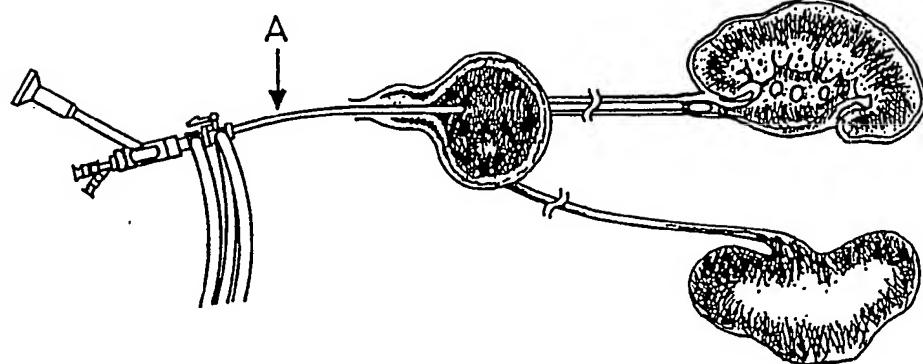


FIG. 4A

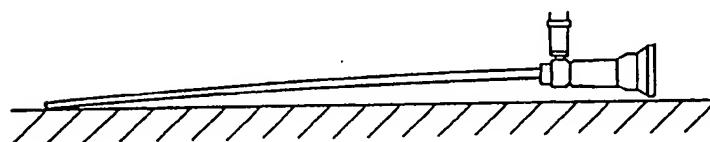


FIG. 4B

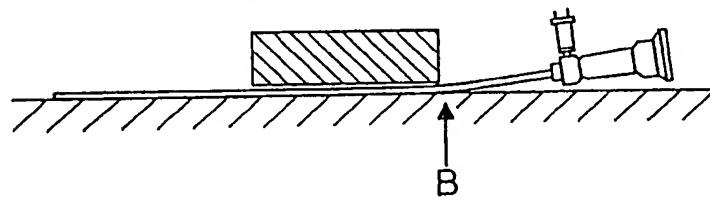


FIG. 5

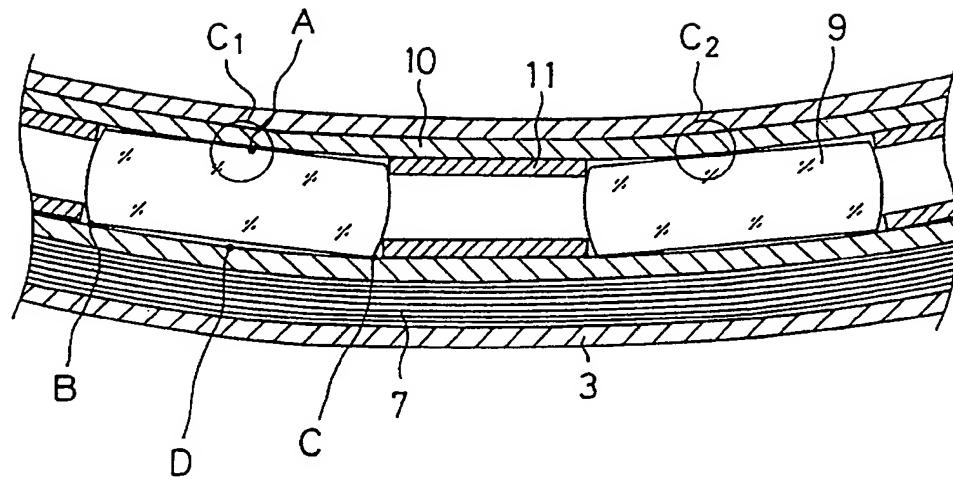


FIG. 6A

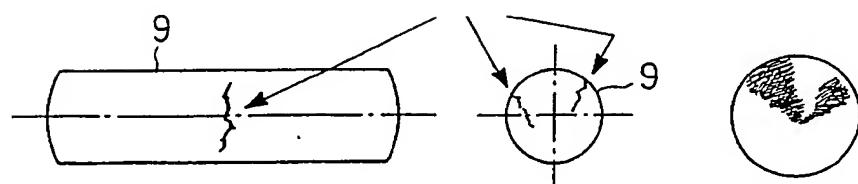


FIG. 6B

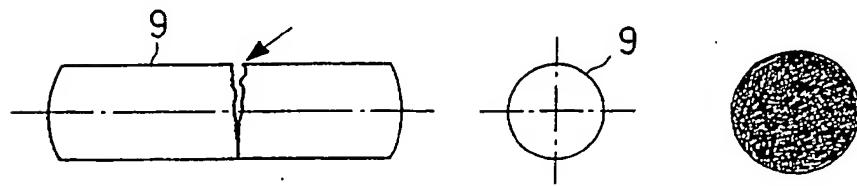


FIG. 7

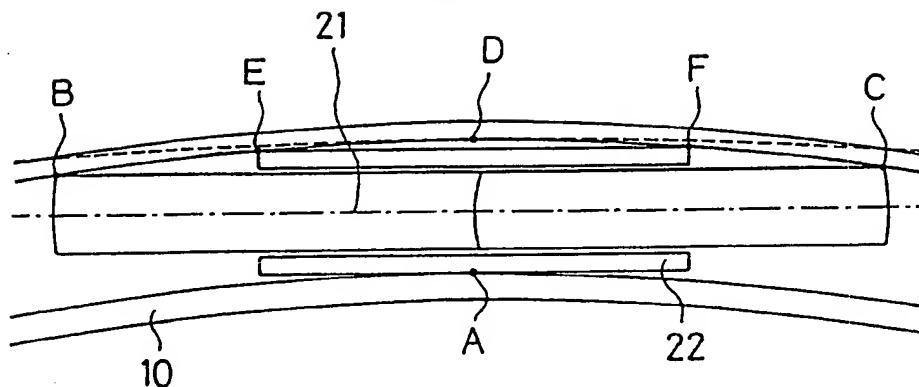


FIG. 8

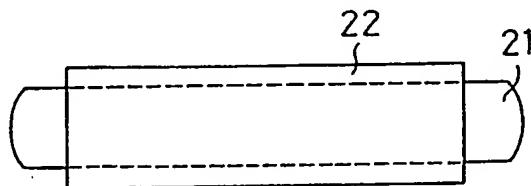


FIG. 9

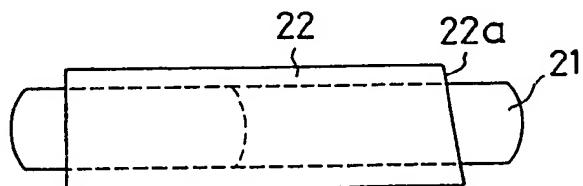


FIG. 10

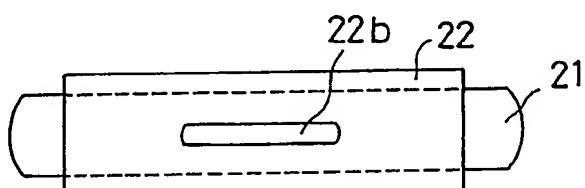


FIG. 11A

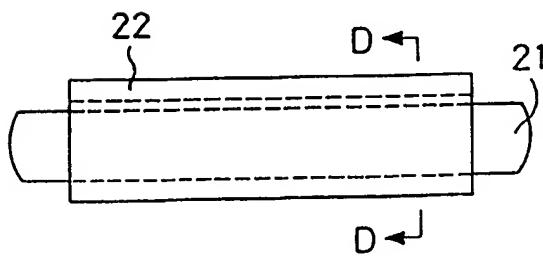
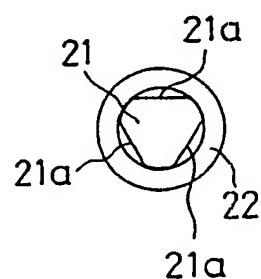
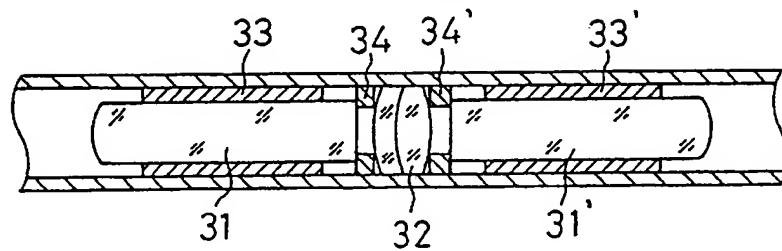
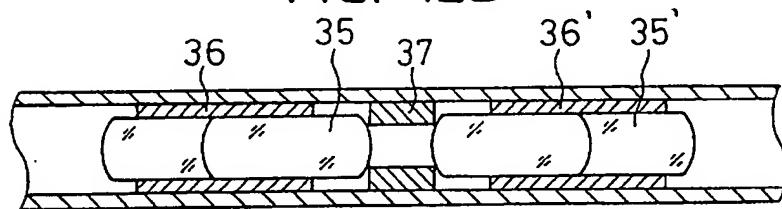
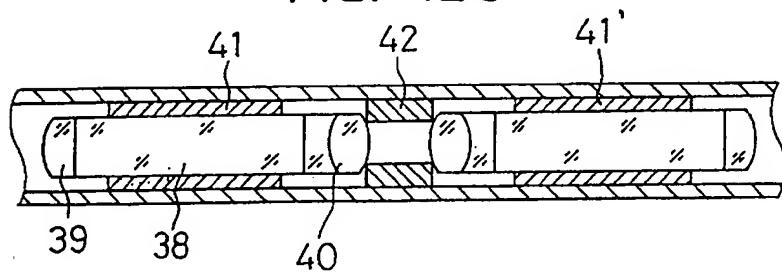


FIG. 11B



*FIG. 12A**FIG. 12B**FIG. 12C**FIG. 12D*